

# 宮城県黒川高等学校

問い合わせ先：電話番号 022-345-2171

## I 学校の概要

### 1 児童生徒数, 学級数, 教職員数

生徒数：628人(平成21年3月1日現在)

学級数：18クラス(各学年 6クラス)

教職員数：65名

### 2 地域の状況

本校は108年の歴史を持つ伝統校で「地域と共存する学校」を標榜し、県内に多くの人材を輩出してきた。現在は、「農業経営科」、「土木科」、「電子機械科」、「普通科」の4学科を併せ持つ学校である。

本校は県内有数の北部中核工業団地に隣接しており、ここ数年は国際的な大手企業が進出している。このような立地条件から、実業学科を有する本校に対する人材育成の期待は大きい。平成22年度からは学科改編がなされ、実業科の3科は全て新学科となる。中でも、全国に先駆けた「環境技術科」は、環境系列の教育課程を全国の高校の中で1番多く取り入れ、環境教育の全国的リーダー校を目指している。

### 3 環境教育の全体計画等

#### (1) エネルギー教育実践校として

本校では、平成19年度より経済産業省から「エネルギー教育実践校」として高校では宮城県初の認定を受け、最終年度を迎えている。3年間の活動期間を修了し、来年度はシニア校として、新しく実践校に認定される小学校・中学校のアドバイザー的役割を果たす。

#### (2) 産官学連携事業実践校として

土木科は「産官学連携事業」として県の資源循環推進課より認定を受け、平成20年度・21年度の2年間、廃発砲スチロールを用いたコンクリート製品を開発した。1年目は軽量歩道板、2年目はタイヤ止めを開発した。この製品はいずれも近隣商業施設などで耐久性などの実地研究を行っている。

### (3) 環境マネジメントシステムの構築

昨年3月31日に、東北の公立高校初の環境マネジメントシステムを構築し、EA21と同等の「みちのくEMS」を認証取得し、①紙の削減、②ゴミの削減、③二酸化炭素の削減、④環境意識の向上を環境目標に挙げ学校全体で取り組んでいる。

## II 研究主題

「県内最大工業地域のCO<sub>2</sub>削減を目指して」

## III 研究の概要

### 1 研究のねらい

本事業の目的は、これまでの環境教育を基盤とし、近年国際的なテーマとして取り上げられている「身近な地球温暖化」等を実際の測定を通して教材化を図ることである。

生徒自身が大気環境の測定を通し、CO<sub>2</sub>を初めとした地球温暖化や大気汚染物質の影響を身近にとらえ、家庭や地域で環境問題を考えるきっかけとしたい。

さらに、そこから広がりを持たせ、地域活性化に寄与できる事も目的としている。

### 2 校内の研究推進体制

#### (1) 研究推進体制

本校では、この研究指定に伴い校内に、現行の「エネルギー教育実践校」および「環境マネジメントシステム」における組織を基盤とした研究組織を立ち上げた。実施計画については、実際に生徒を指導する土木科指導教諭が中心に研究計画を立てた。さらに本研究の特徴として同町内にある大和中学校との連携を図ることとした。

また、主に生徒の指導に当たる教諭が東北工業大学環境情報科の後期博士課程に在籍しており、分析方法・データのまとめ等の指導を大学から受けることとした。今後もデータ解析等において指導を継続していただく予定である。

実際に大気環境の測定を行う生徒は土木科1年生とし、加えて町内の大和中学校生徒に協力を依頼した。

## (2) 観測体制

観測にあたっては、土木科1年生を10班に分け、当番制で測定している。大和中学校では科学部が当番制で測定している。

## (3) 観測機器などの設置状況

### ①測定方法について

#### ア) 測定大気種

測定する大気は、 $SO_x$ 、 $CO_2$ 、 $NO_x$ の3種類である。

#### イ) 測定日時

$CO_2$ 、 $NO_x$ は毎週木曜日に測定する。

$SO_x$ は月に1回、1週目木曜日に測定する。

なお、測定時間は中学校、高等学校の授業終了時間を考慮し、16時から17時とした。

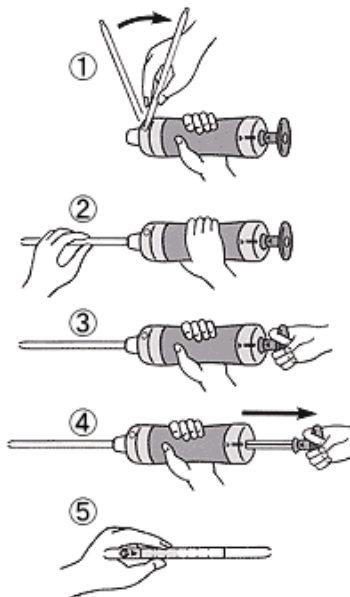
#### ウ) 測定方法

$CO_2$ 、 $SO_x$ はガステックを用い、大気を吸引して発色させる試験管を用いる方法とした。

$NO_x$ はザルツマン法で測定した。毎週水曜日の16時から17時の間に別地図の測定場所(高等学校、中学校2カ所ずつの計4カ所)に測定用試験管を設置した。翌日木曜日のほぼ同時刻に24時間大気暴露させた後の試験管を回収した。この試験管にザルツマン試薬を加えて発色させた後、肉眼による比色法で濃度測定を行った。

なお、これらの大気中物質を測定すると同時に、温度、湿度、風速も測定を行った。

#### エ) ガステックによる測定方法の実際



(株)佐藤商事 HP 参照

1) ティップブレーカに検知管を差し込み、両端をカットする。

2) 検知管のG▲マークを気体採取器に向け、インレットゴムに差し込み、気体採取器のハンドルを完全に押し込む。

3) テールブロックのガイドライン(赤線)と、ハンドルのガイドマーク(▲100)を合わせる。

4) 一気にハンドルを最後まで引くと固定される。

5) ハンドル後部にあるフィニッシュインジケータにより吸引の終了を確認する。

以上の手順で、 $CO_2$ と $SO_x$ の測定を行い、値を記録した。

#### オ) ザルツマン試薬による測定の実際

二酸化窒素を測定する方法はいろいろあるが、現在、環境庁が指定している方法が、ザルツマン法と呼ばれる測定方法である。これを用いた装置をザルツマン式 $NO_x$ 測定器と呼んでいる。

この測定器のしくみは、ザルツマン試薬という溶液の中へ $NO_2$ を含んだ一定量の空気を通すと、試薬は $NO_2$ と化学反応を起こして赤紫色に発色する。

#### 1) 準備

調査場所に行き、試験管のふたをはずす。地上高1mのところ、開口部が下になるようにテープでとめる。

取り付けの際には、その取り付け時刻などを記入しておく。試験管のふたをなくさないように、記入用紙に貼りつけておく。

#### 2) 測定

24時間大気に放置暴露させ、吸着溶液のついた試験紙に $NO_x$ を吸収させる。

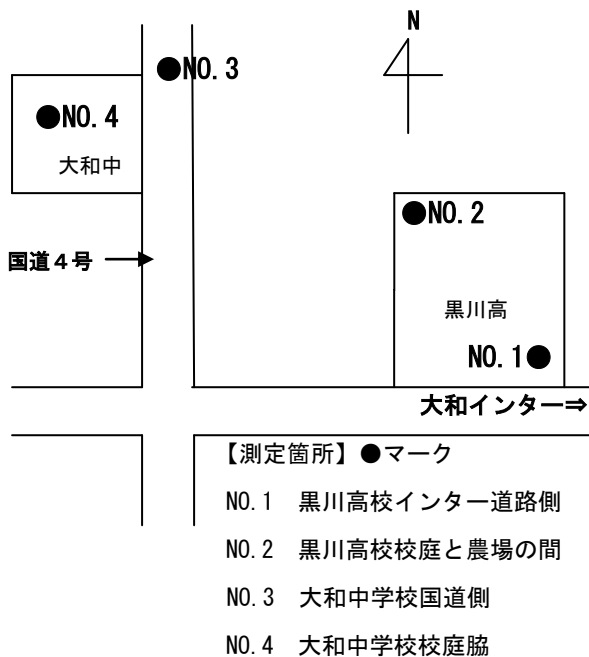
#### 3) 回収

24時間後、試験管のふたをしっかりと閉めて回収する。

#### 4) 濃度の測定

試験管のふたをはずし、その $NO_x$ 調査薬(ザルツマン試薬)を5ml加える。再びふたをして、調査薬が中のろ紙にふれるように試験管をよく振る。15分後、調査薬の色を比色表の色と比べ、およその濃度を決定する。

## ②測定場の見取り図



NO.1・3は交通量の多い道路側に設置した。NO.1は東北自動車道に近い道路で大型車両が、他のインターよりも多く通過する道路となる。また、NO.3は国道4号線で、東北地方では1番交通量の多い道路である。NO.2・4は人気のないところに設置した。NO.2は黒川高校の校庭の端で、農場の端にも当たる部分である。近くに川が流れており人通りはほとんどない。NO.4は校庭のテニスコートの端で、こちらも人通りがほとんどない。この道路側と人気のない場所のデータを取り比較する事とした。

## 3 研究内容について

### (1) CO<sub>2</sub>濃度の測定データ考察

#### ①NO.1とNO.2のCO<sub>2</sub>の比較

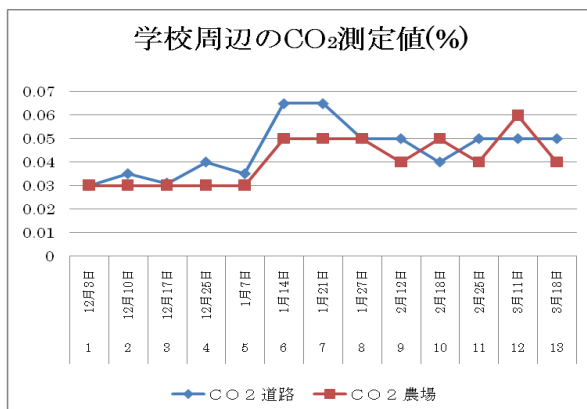


図1 黒川高校のCO<sub>2</sub>の比較

黒川高校内におけるNo.1地点とNo.2地点における測定データが図1である。

この2地点を比較すると、道路側の測定地点であるNo.1地点の測定値が農場側のNo.2に比べて概ね高くなっていることがわかる。また、測定値の上下幅も大きく、風力、風向などの影響なども考えられる。

また、NO.1地点の1月14日、17日両日およびNo.2地点の2月11日の測定値はかなり大きな値を示している。地球上の平均CO<sub>2</sub>濃度が0.035とされていることを考えると、大きな値と考えられる。この要因としては植物の光合成能力が低下している冬であること、ボイラーなどの燃焼機関が多用される時期であることなどが考えられる。

今後は通年観測を通して季節変化等も考察したい。

#### ②NO.3とNO.4のCO<sub>2</sub>の比較

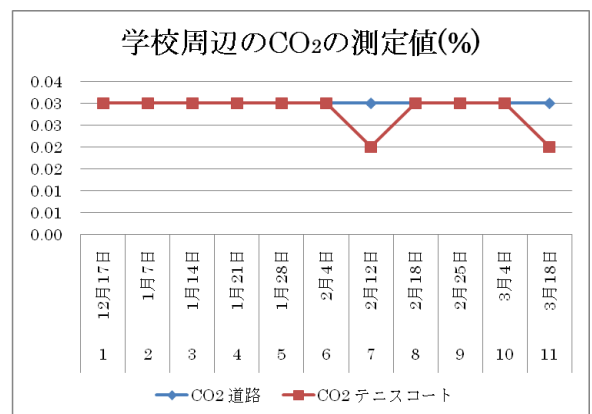


図2 大和中学校のCO<sub>2</sub>の比較

NO.3およびNo.4ともに0.03%程度という値を測定期間中示し、安定した値であった。

もう少し季節的な変化を見るためにも長期間の測定が必要と思われる。また、両地点とも植生がほとんどないことや、住宅地などからも離れていることから、暖房機器などの影響が小さいのかもしれない。

しかし、ガステックの値の読み方にも中学生と高校生とでは差があるとも考えられる。高校生は、0.03から0.1までの間をかなり刻んで、目盛りを拡大して読んでいた。

このような点は非常に重要であるので、一度お互いの測定の仕方を見てもみるのも良いのではないだろうか。

## (2) NO<sub>x</sub>濃度の測定データ考察

### ①NO.1とNO.2のNO<sub>x</sub>の比較

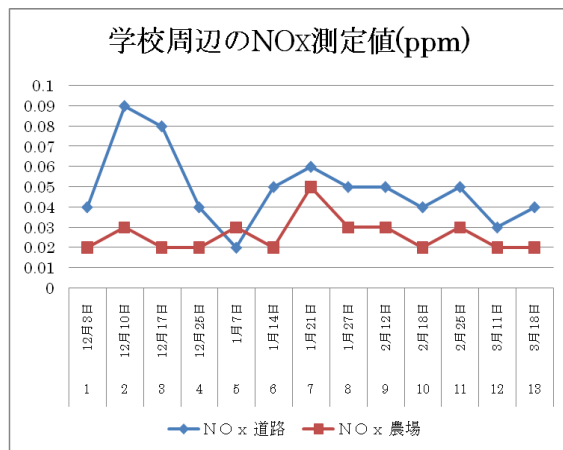


図3 黒川高校のNO<sub>x</sub>の比較

回数	日にち	湿度	風速	天気
		%	m/s	
1	12月3日	100	2	雨
2	12月10日	45.9	0	晴
3	12月17日	65.2	0	雪
4	12月25日	71	0.5	雨
5	1月7日	82	0	雨
6	1月14日	85	0	大雪
7	1月21日	76	0.9	晴
8	1月27日	62	0	曇
9	2月12日	79	2.2	曇
10	2月18日	74	0	曇のち雨
11	2月25日	68	0	晴
12	3月11日	78	5.2	曇のち雨
13	3月18日	69	2.4	晴

表1 黒川高校測定時の気温・湿度等

黒川高校内におけるNo.1地点とNo.2地点におけるNO<sub>x</sub>の測定データが図3である。

この2地点を比較すると、道路側の測定地点であるNo.1地点の測定値が農場側のNo.2に比べて概ね高くなっていることがわかる。また、測定値の上下幅もかなり大きい。

NO<sub>x</sub>は内燃機関による影響が大きいと言われている。本測定を行ったNo.1は交通量も激しく、排気ガスの影

響が大きい地点である。一番値の大きかった12月10日は、いわゆる五旬日(ごとうび)にあたる。加えてまた、風も弱い状態であったことから、道路付近に滞留していたことも考えられる。また、12月は一般的に値が大きい。これは年末にあたることから、交通量がかなり多かったためと考えられる。

これに対し、No.2地点での測定値は1月21日に高い値を示したものの、他の測定日はほぼ一定値を示していることがわかる。他の文献等からも言われているとおり、NO<sub>x</sub>の値は交通量に大きく左右されることがこのデータからもわかる。また、暖房による影響も大きいと言われていることから、季節変化についても今後観測してみたい。

### ②NO.3とNO.4のNO<sub>x</sub>の比較

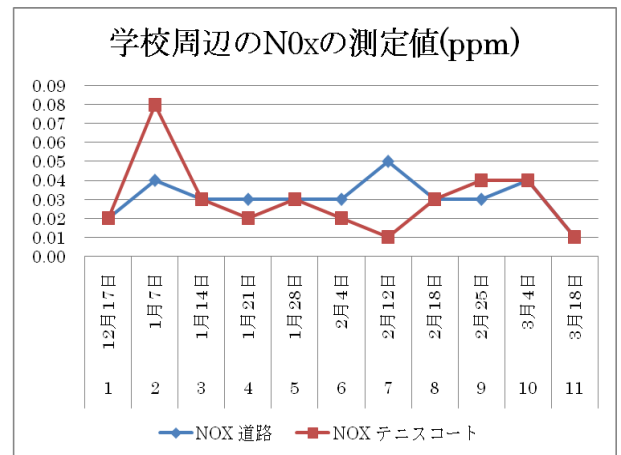


図4 大和中学校のNO<sub>x</sub>の比較

全体的にNo.3の方が高い値を示した。しかしながら、黒川高校前の測定値よりも小さい値を示しているようである。これは、国道4号線が4車線となっており、歩道という緩衝地帯もあり、空気の流れが良いためなのかもしれない。

この値についても無風に近い夏場のデータなどを集めて考察を深めたい。

### (3) SO<sub>x</sub>濃度の測定データ考察

No.1~No.4のいずれの地点でも測定管と反応しない程度の濃度であった。現在は脱硫した燃料を用いることが多いために、測定できるほどの濃度には達していないと考えられる。

今後、さらに工場が進出してきた場合にはどうなるのかも注意して測定を続けていきたい。

また、実験方法に関しては、今回はガステックによる測定であった。しかし、より詳しいデータを得るために1ヶ月間暴露法などでの測定などについても、検討が必要かもしれない。

#### 4 研究内容と授業との関連

##### (1) グローブの教育課程への位置づけ

カリキュラムで毎週水曜日に行われる、土木科1年生の「工業技術基礎」(2単位)の中で、月に1度の割合で、環境全体に対する説明と測定データ等の活用を行っている。

以下に大まかな流れを示す。なお、授業中に講義とまとめを行い、実習、測定に関しては放課後に行った。なお、今年度測定分のデータをまとめたものに関しては次年度以降の授業に活用する予定である。

①講義	「地球環境」 「地球温暖化と人間生活」
②実習	ガステックの使い方 ザルツマン法の仕組み
③測定	測定試験管の設置 ガステックによる検量 ザルツマン法による検量
④整理	データの整理
⑤考察	

##### (2) グローブを活用した教育実践

(1) に示した授業を通して、温室効果ガスの排出源や人間活動との関連、そして環境への影響などについて講義する。

実際に環境測定方法を行い、その仕組みを理解する。これらの手法は実際に行われている手法であることや、それを簡便化している方法であることを理解し、科学的な技能手法を身に付ける。

測定したデータを互いに関連付けさせながら、表にまとめる、グラフにまとめるなど結果をまとめ、分析手法を身に付ける。

整理したデータから何がわかるかを客観的に読み取る。またそれらの原因について考察する。これらを互いに発表し、自分の考えを伝える。

自分の考察や他者の考察について、その論理性や、考察を確かめるための新たな仮説設定などを行う。

これらの授業実践をまとめ、身の回りの環境についての関心を高めさせ、自分たちの日常生活で何ができるのか、地域として何ができるのか、学校の取り組み(学校生活及び学習内容)として何ができるのかを考えさせる。

#### IV 研究の成果と2年次に向けての課題

##### 1 生徒の変容

- (1) これまでの理科やニュース等での知識にとどまらず、測定実習を通すことによって環境への理解が深まった。
- (2) 専門科を有する学校として、自分たちがどのような土木技術、植林計画が必要かなどについて地元を題材として身近なものと考えられるようになった。
- (3) 測定実習やデータのまとめと発表を通して科学的な技能と態度、表現力が身についた。

##### 2 学校の変容

- (1) これまで取り組んできた環境関連事業とのつながりと有用性がより意識できるようになった。
- (2) 平成22年度から開始される環境技術科においては、まさに地域を生かした教材となることが確かめられた。

##### 3 2年次に向けての課題

- (1) 通年した観測を行い、データとしてより有用性の高いものとする。
- (2) 関連機関との情報交換につとめ、気象庁のデータ、国土交通省や県の大気測定データと比較し、地域の特徴を把握し、教材とする。

- (3) 中学校との連携を深め、高校生が中学校に出向き授業を行うなどの機会を設ける。
- (4) 町や進出企業との連携に努め、学校が行っている取り組みに理解をしてもらう。